

(19) Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11) EP 0 628 443 B1

## (12) EUROPEAN PATENT SPECIFICATION

(45) Date of publication and mention of the grant of the patent:  
 14.01.1998 Bulletin 1998/03

(51) Int. Cl. 6: B60K 41/28

(21) Application number: 94303890.1

(22) Date of filing: 27.05.1994

## (54) Clutch disengage logic

Verfahren für eine Auskuppel-Steuerung  
 Procédé de commande de débrayage

(84) Designated Contracting States:  
 AT DE ES FR GB IT SE

(30) Priority: 10.06.1993 GB 9312013

(43) Date of publication of application:  
 14.12.1994 Bulletin 1994/50

(73) Proprietor: EATON CORPORATION  
 Cleveland Ohio 44114 (US)

(72) Inventor: Chan, Kwok Wah  
 Chorley, Lancs PR7 2YA (GB)

(74) Representative:  
 Douglas, John Andrew  
 Eaton House  
 Staines Road  
 Hounslow Middlesex TW4 5DX (GB)

(56) References cited:  
 EP-A- 0 130 812 DE-A- 3 915 840  
 GB-A- 2 182 734 US-A- 4 648 290  
 US-A- 4 850 236 US-A- 5 088 348

EP 0 628 443 B1

Note: Within nine months from the publication of the mention of the grant of the European patent, any person may give notice to the European Patent Office of opposition to the European patent granted. Notice of opposition shall be filed in a written reasoned statement. It shall not be deemed to have been filed until the opposition fee has been paid. (Art. 99(1) European Patent Convention).

**Description****BACKGROUND OF THE INVENTION****Field of the Invention**

The present invention relates to a control system/method for controlling the disengagement of the friction master clutch in a vehicular automated mechanical transmission system and, in particular, to a control system/method for controlling disengagement of the master clutch at initiation of a shift from a currently engaged transmission ratio into a target transmission ratio or transmission neutral.

**Description of the Prior Art**

Vehicular fully or partially automated mechanical transmission systems are well known in the prior art. Examples of such transmission systems may be seen by reference to U.S. Pat. Nos. 4,361,060; 4,595,986; 4,648,290 and 4,850,236.

Briefly, vehicular automated transmission systems comprise a fuel controlled engine, a multiple speed mechanical transmission and a selectively engaged and disengaged master friction clutch drivingly interposed between the engine and transmission. For more rapid downshifts, a downshift or input shaft brake is usually provided and, for more efficient vehicle retardation, an engine exhaust brake may be provided. A control unit, typically a microprocessor based ECU, receives a plurality of input signals, processes the input signals according to predetermined logic rules and issues command output signals to various actuators such a fuel controller, a clutch operator, an input shaft brake operator and/or a transmission operator.

It is known in the automated transmission systems for the actuator assemblies to suffer a temporary lock, which results in the inability to select other ratios than the one currently engaged.

Various solutions to this type of problem have been proposed, one such solution is proposed in EP-A-0130812. The solution involves trying to select a different gear to the one currently engaged, and if such selection cannot be achieved within a pre-determined time, then either the gear selector is moved to neutral or an attempt is made to restore the originally engaged gear.

The prior art fully or partially automated mechanical transmission systems typically operate in a shift sequence wherein the master clutch is disengaged at initiation of shifting to assure disengagement of the positive jaw clutches associated with the currently engaged ratio. Disengagement of the master clutch, if premature or when the engine brake is applied, may result in an undesirable rapid yaw in the vehicle cab as torque in the drive line unwinds with disengagement of the master clutch. This reaction, commonly referred to as "cab

lurch" or "cab dip" is particularly disagreeable if the master clutch is disengaged at relatively high fueling of the engine, relatively high torque in the driveline and/or when an engine brake is not fully disengaged.

**SUMMARY OF THE INVENTION**

In accordance with the present invention, there is provided a control system and a method for controlling an automated mechanical transmission system and for controlling master clutch disengagement at the start of a shifting operation to minimize or eliminate so-called "cab lurch" and to minimize the duration of shifting operations, as claimed in claims 1 and 10.

The above is accomplished by, at initiation of a shift, selecting or preselecting a gear neutral condition and monitoring selected system parameters, such as time since shift sequence was initiated, current engine fueling, transmission condition, clutch position and/or operation of an engine brake and, for downshifts, if gear neutral is sensed, quickly causes the clutch to remain engaged or to be reengaged and immediately commences modulating engine speed to cause synchronous conditions for engagement of a target gear ratio, and, if gear neutral is not sensed, delays disengagement of the master clutch at initiation of a shift sequence until certain preconditions, such as a predetermined decrease in engine fueling or expiration of a predetermined time occur. For upshifts, the master clutch is disengaged upon the first to occur of sensing gear neutral or occurrence of the preconditions and synchronizing by applying the input shaft brake begins immediately upon sensing gear neutral and master clutch disengagement.

Accordingly, it is an object of the present invention to provide an improved control method/system for controlling clutch disengagement in an at least partially automated vehicular mechanical transmission system.

A further object of the present invention is to provide an improved control system/method for controlling master clutch disengagement in a vehicular automated mechanical transmission system to minimize shift times and to reduce or eliminate "cab lurch", also called "cab dip", at initiation of a shift out of a currently engaged gear ratio into a selected target transmission ratio or neutral.

These and other objects and advantages of the present invention will become apparent from a reading of the description of the preferred embodiment taken with the attached drawings.

**BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS**

Figure 1 is a schematic representation of a vehicular automated mechanical transmission system.

Figures 2A, 2B and 2C are a schematic representation, in flow chart format, of the control of the present invention.

DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENT

Figure 1 schematically illustrates vehicular automatic mechanical transmission system 10 including an automatic multi-speed compound mechanical change gear transmission 12 driven by a fuel controlled engine 14, such as a well known diesel engine, through selectively engaged and disengaged friction master clutch 16. An engine brake such as an exhaust brake 17 for retarding vehicle speed by retarding the rotational speed of engine 14 and/or an input shaft brake 18 which is effective to apply a retarding force to the transmission input shaft upon disengagement of coupling 16 for more rapid upshifts may be provided as is known in the prior art. The output of automatic transmission 12 is output shaft 20 which is adapted for driving connection to an appropriate vehicle component such as the differential of a drive axle, a transfer case, or the like as is well known in the prior art.

The above-mentioned power train components are acted upon and monitored by several devices, each of which will be discussed below. These devices include a throttle pedal position monitor assembly 22 which senses the position (THL) of the operator controlled throttle device 24, a fuel control device 26 for controlling the amount of fuel to be supplied to engine 14, and engine speed sensor 28 which senses the rotational speed (ES) of the engine, a clutch operator 30 which engages and disengages coupling clutch 16 and which also supplies information as to the status of the clutch, an input brake operator 31, a transmission input shaft speed (IS) sensor 32, a transmission operator 34 which is effective to shift the transmission 12 into a selected gear ratio (GR) and to provide a signal indicative of the gear neutral (GN) condition and/or the currently engaged gear ratio (GR<sub>C</sub>), and a transmission output shaft speed (OS) sensor 36. A vehicle brake monitor 38 senses actuation of the vehicle brake pedal 40.

Clutch operator 30 may be of any type, several examples of which are as shown in U.S. Pat. Nos. 4,081,065, 4,729,462 and 5,004,086. Shift actuators may be of the parallel piston type illustrated in U.S. Patent No. 4,722,237, of the "X-Y" type illustrated in U.S. Pat. Nos. 4,936,156; 4,928,544; 4,899,607 and 4,722,237, or of a differing type.

The above-mentioned devices supply information to and/or accept commands from a central processing unit or control 42. The central processing unit 42 may include timers, clocks, counters and analog and/or digital electronic calculation and logic circuitry, the specific configuration and structure of which forms no part of the present invention. The central processing unit also receives information from a shift control assembly 44 by which the vehicle operator may select a reverse (R), neutral (N), on-highway forward drive (D) or off-road forward drive (D<sub>OR</sub>) mode of operation of the vehicle. An electrical power source (not shown) and/or a source of pressurized fluid (not shown) provides electrical and/or

5 pneumatic or hydraulic power to the various sensing, operating and/or processing units. Drivetrain components and controls therefor of the type described above are known in the prior art and may be appreciated in greater detail by reference to above-mentioned U.S. Pat. Nos. 4,595,986; 4,081,065; 4,361,060 and 4,648,290.

10 Sensors 22, 28, 32, 36, 38 and 40 may be of any known type or construction for generating analog or digital signals proportional to the parameter analog or digital signals proportional to the parameter monitored thereby. Similarly, operators 17, 18, 26, 30 and 34 may be of any known electric, hydraulic, pneumatic or electro-pneumatic type for executing operations in response to command signals from the central processing unit 42 and/or for providing input signals thereto. Fuel control 26 will normally supply fuel to engine 14 in accordance with the operator setting of throttle pedal 24 but may supply a lesser (fuel dipped) or greater (fuel boost) amount of fuel in accordance with commands from the central processing unit 42.

15 Clutch operator 30 is preferably controlled by the central processing unit 42 and may engage and/or disengage master clutch 16 as described in above-mentioned U.S. Pat. No. 4,081,065. Transmission 12 is a mechanical transmission using positive jaw clutches to engage and disengage selected ratios. Transmission 12 is preferably, but not necessarily, of the twin countershaft type as is seen in U.S. Pat. Nos. 3,105,395 and 4,648,290.

20 In addition to direct inputs, the central processing unit may be provided with circuitry for differentiating various input signals such as, for example, the input signal from sensor 28 to provide a calculated signal indicative of the rate of acceleration of the engine.

25 In the automatic mechanical transmission system illustrated in Figure 1, a primary purpose of the central processing unit is to select, in accordance with predetermined logic rules and current or stored parameters, the optimum gear ratio at which the transmission should be operating and, if necessary, to command a gear change, or shift into the selected optimal gear ratio, or target gear ratio (GR<sub>T</sub>), based upon the current and/or stored information.

30 Driver demands are communicated by means of selector assembly 44. The selector 44 has at least two selectable forward operating 45 modes including an over-the-highway mode (D) and an off-road (D<sub>OR</sub>) mode either of which may be selected by the operator. In the off-road mode, performance is to maximize at the probable expense of fuel economy and/or vehicle comfort.

35 The following events are required for upshifting transmission 12, especially when automated transmission system 10 is equipped with an engine (exhaust) brake 17 and an upshift or input shaft brake 18. For an upshift from a currently engaged ratio into a target ratio; the transmission actuator 34 is biased or preselected to

shift from the currently engaged ratio  $GR_C$  into neutral GN, fueling of the engine is decreased at a predetermined rate to lower driveline torque, the clutch 16 is disengaged to allow the transmission shift into neutral to occur and to allow operation of the input shaft brake 18, the input shaft brake 18 is applied to cause synchronous conditions for engaging the target gear ratio, the target gear ratio is engaged and then the master clutch is reengaged.

For a downshift from a currently engaged ratio  $GR_C$  into a target gear ratio  $GR_T$  the transmission actuator is biased or preselected to shift from the currently engaged ratio into gear neutral GN, fueling of the engine is decreased to lower driveline torque, if necessary the master clutch 16 is disengaged to allow the transmission to shift into neutral, upon sensing a gear neutral condition, the master clutch is reengaged or maintained engaged and fueling of the engine is boosted to cause synchronous conditions for engagement of the target gear ratio, and then the target gear ratio is engaged (usually with the master clutch remaining in engagement).

The term "upshift" as used herein shall mean the shifting from a lower speed gear ratio to a higher speed gear ratio and the term "downshift" as used herein shall mean the shifting from a higher speed gear ratio to a lower speed gear ratio. The term "low speed gear" as used herein shall designate the gear ratios utilized for lowest forward speed operation in a transmission, i.e., that set of gears having a highest ratio of reduction of input shaft speed relative to the input shaft of the transmission.

Synchronous conditions exist for engaging the target gear ratio when the input shaft speed (IS) equals or substantially equals the product of the output shaft speed (OS) times the target gear ratio ( $GR_T$ ) or  $IS = OS \times GR_T$ . When the master clutch is fully engaged, engine speed equals input shaft speed, and at synchronous conditions  $ES = IS = OS \times GR_T$ .

During the shift from the currently engaged gear ratio  $GR_C$  into neutral GN, the transmission jaw clutch engaging the currently engaged gear ratio is biased or preloaded by the shifting mechanism 34 to disengage. The preload force is usually less than the friction forces developed by the driveline torque resisting disengagement and, due to the "torque lock", the jaw clutch will remain engaged. If the master clutch 16 is prematurely disengaged when a high level of torque is being transmitted therethrough, the entire driveline will unwind quickly causing a very objectionable cab lurch. Also, if the master clutch is disengaged while the transmission is in gear and the engine brake is still retarding the vehicle, i.e. has not fully disengaged, a very objectionable cab lurch is likely to occur.

While it is important to prevent premature disengagement of the master clutch, it is equally important to avoid unnecessary delays in the shift sequence for acceptable performance of system 10. Accordingly, dur-

ing a downshift, if a shift into neutral (GN) is sensed prior to full disengagement of the master clutch, the clutch 16 is not disengaged, or is rapidly reengaged, and synchronizing action immediately commenced and, if neutral is not sensed, the clutch is disengaged as soon as possible consistent with minimizing a cab lurch. During an upshift, the master clutch is immediately disengaged upon sensing gear neutral (GN) to allow rapid application of the input shaft brake for synchronizing purposes.

Further, to minimize a duration of shift operations, assuming system 10 has means for clutch position sensing, the clutch is disengaged to just the "touch point" or "point of incipient engagement" (see U.S. Pat. No. 4,646,891) rather than to a fully-disengaged position. Alternatively, the clutch may be fully disengaged and then quickly returned to about the touch point (LP).

To minimize or eliminate cab lurch, while minimizing the time duration of shifting operations, the control system/method of the present invention is utilized. The control system/method of the present invention is schematically illustrated, in flow chart format, in Figures 2A, 2B and 2C.

The control of the present invention will determine if a predetermined period of time has elapsed since the request from operator to shift from the currently engaged ratio. A delay timer, or delay counter, may be used. This delay will only be applied if engine exhaust brake is engaged, or the operator fuel demand (THL) is below a reference value ( $REF_{THL}$ ) equal to a request for about 20% of the maximum engine fueling. For a typical heavy duty vehicle equipped with a diesel engine and an engine exhaust brake, a delay of about 300 milliseconds prior to the initiation of the shift from the currently engaged ratio and throttle dip will be sufficient to fully release the engine brake to ensure that master clutch disengagement-caused cab lurch is eliminated or minimized.

If the timer or counter has timed out and the engine fueling is less than a predetermined fueling reference value ( $REF_{FUEL}$ ) equal to about 10%, the clutch 16 will be disengaged, to at least the touch point, and the logic will wait for gear neutral to be achieved and confirmed prior to initiating the appropriate synchronization procedure.

The control logic involves that period of time from initiating disengagement of the currently engaged gear ratio ( $GR_C$ ) for a shift into a target gear ratio ( $GR_T$ ) until gear neutral GN is achieved and confirmed and, (i) for downshifts, the master clutch is engaged allowing engine acceleration/ deceleration to be immediately used to cause synchronous conditions for engaging the target gear ratio or, (ii) for an upshift, the master clutch is disengaged to at least the touch point (LP) allowing the input shaft brake to be used to cause synchronous conditions for engaging the target gear ratio.

To minimize the duration of shifting operations, once the CPU 42 has commanded a shift from the cur-

rently engaged ratio ( $GR_C$ ) into neutral (GN), immediately upon sensing and confirming a gear neutral condition, for downshifts, the CPU will cause the master clutch to be reengaged or remain engaged and will issue commands to the fuel control operator to initiate synchronizing operations and, for upshifts will cause the master clutch to be disengaged and immediately apply the input shaft brake to initiate synchronizing operations. Gear neutral (GN) is confirmed by position sensors in operator 34 and/or by monitoring shaft speed sensors 32 and 36 to determine that the input shaft speed divided by the output shaft speed (IS/OS) does not equal a known gear ratio (GR). If, upon initiation of a shift, gear neutral (GN) is not sensed, then the shift actuator 34 is commanded to preselect a disengagement of the currently engaged ratio and the fuel control 26 is commanded to gradually decrease the supply of fuel to engine 14. The fuel controller may, of course, be integral with an electronically controlled engine and/or fuel reduction may be accomplished by gradually decreasing the torque output of the engine. Various vehicle data bus protocols, such as SAE J1939, are available to accomplish this.

If gear neutral is not sensed, and the timer/counter has not timed out, and, if the engine brake was not applied prior to initiation of the shift operation, the clutch 16 will still be disengaged if fueling to the engine has been reduced below a reference value ( $REF_{FUEL}$ ) equal to about 10% of maximum fueling and/or if the operator's positioning of the throttle pedal 24 indicates that operator fuel demand  $THL$  is below a reference value ( $REF_{THL}$ ) equal to a request for about 20% of maximum engine fueling.

The control loop or subroutine illustrated in Figures 2A, 2B and 2C will be executed about once every ten milliseconds.

Accordingly, it may be seen that a clutch control method/system for an automated mechanical transmission system 10 is provided which will minimize shift times while minimizing or eliminating "cab lurch" events.

Although this invention has been described in its preferred form with a certain degree of particularity, it is understood that the present disclosure of the preferred embodiment has been made only by way of example, and that numerous changes in the detailed construction and combination and arrangement of the parts may be resorted to without departing from the scope of the invention as hereinafter claimed.

#### Claims

1. A method of controlling an automated mechanical transmission system (10) comprising a fuel-controlled engine (14), a multiple-speed mechanical transmission (12), a selectively engaged and disengaged friction master clutch (16) drivingly interposed between said engine and said transmission, sensing means (22, 28, 32, 34, 36) for provid-

5

ing input signals indicative of monitored system parameters including engine speed (ES) and engagement condition (GR/GN) of the transmission, a control unit (42) for receiving said input signals and for processing same according to predetermined logic rules to issue command output signals to system actuators including a fuel control (26), a master clutch operator (30), and a transmission operator (34), said control unit issuing command output signals to said actuators to initiate a shift from a currently engaged gear ratio ( $GR_C$ ) into a target gear ratio ( $GR_T$ ) by a shift sequence including manipulation of the fueling of said engine to increase or decrease the speed of said engine while the master clutch is engaged and said transmission is in a not-engaged (GN) condition to cause substantially synchronous conditions for engagement of said target gear ratio, said method comprising the steps of:

20

after selection of an upshift or downshift from the currently engaged gear ratio into the target gear ratio,

25

continuously sensing the engaged or not-engaged condition of said transmission;

30

if a not-engaged transmission condition is not sensed, causing said transmission operator to urge said transmission into the not-engaged condition thereof and causing said fuel controller to decrease the fueling of said engine; causing said master clutch to disengage if (a) after a predetermined period of time a not-engaged condition of said transmission is not sensed, or (b) fueling of said engine is less than a predetermined fueling reference value ( $REF_{FUEL}$ );

35

after selection of a downshift, upon sensing a not-engaged condition of said transmission, causing said master clutch to assume and remain in the fully-engaged condition thereof; and

40

after selection of an upshift, immediately upon sensing a not-engaged condition of said transmission, causing said master clutch to disengage and remain in the disengaged condition thereof.

45

2. The method of claim 1 wherein said fueling reference value ( $REF_{FUEL}$ ) is equal to about 10% of the maximum fueling of said engine.

50

3. The method of claim 2 wherein said method further comprises, after selection of both an upshift or a downshift, causing said master clutch to become disengaged if prior to the expiration of said predetermined time a not-engaged condition of said transmission is not sensed and the operator's request for fueling of the engine is less than a refer-

ence fuel request value ( $REF_{THL}$ )).

4. The method of claim 3 wherein said reference fuel request value ( $REF_{THL}$ ) is about 20% of maximum fueling of said engine. 5

5. The method of claim 1 wherein said method additionally comprises, after selection of both an upshift or a downshift, causing said master clutch to become disengaged if prior to the expiration of said predetermined period of time a not-engaged condition of said transmission is not sensed, fueling to the engine is less than a engine fueling reference value and an engine brake (17) was not applied at initiation of a shift from said currently engaged ratio into said target gear ratio. 10

6. The method of claim 5 wherein said reference value is about 10% of maximum engine fueling. 20

7. The method of claims 1, 2, 3, 4, 5 or 6 wherein said clutch is only disengaged to about the point of incipient engagement thereof. 25

8. The method of claim 1 additionally characterized by, after selection of a downshift, immediately upon sensing non-engagement of said transmission and engagement of said master clutch, causing said fuel control to modulate the speed of said engine to cause synchronous conditions for engagement of said target gear ratio. 30

9. The method of claim 8 additionally characterized by, after selection of an upshift, immediately upon sensing non-engagement of said transmission and disengagement of said master clutch, causing a gearbox input shaft brake (18) to be applied to cause synchronous conditions for engagement of said target gear ratio. 35

10. A control system for controlling an automated mechanical transmission system (10) comprising a fuel-controlled engine (14), a multiple-speed mechanical transmission (12), a selectively engaged and disengaged friction master clutch (16) drivingly interposed between said engine and said transmission, sensing means (22, 28, 32, 34, 36) for providing input signals indicative of monitored system parameters including engine speed (ES) and engagement condition (GR/GN) of the transmission, a control unit (42) for receiving said input signals and for processing same according to predetermined logic rules to issue command output signals to system actuators including a fuel control (26), a master clutch operator (30), and a transmission operator (34), said control unit issuing command output signals to said actuators to initiate a shift from a currently engaged gear ratio ( $GR_C$ ) into a target gear ratio ( $GR_T$ ) by a shift sequence including manipulation of the fueling of said engine to increase or decrease the speed of said engine while the master clutch is engaged and said transmission is in a not-engaged (GN) condition to cause substantially synchronous conditions for engagement of said target gear ratio, said control system comprising means, effective after selection of an upshift or downshift from the currently engaged gear ratio into the target gear ratio, for sensing the engaged or not-engaged condition of said transmission; if a not-engaged transmission condition is not sensed, for causing said transmission operator to urge said transmission into the not-engaged condition thereof and for causing said fuel controller to decrease the fueling of said engine; for causing said master clutch to disengage if a not-engaged condition of said transmission is not sensed after a predetermined period of time or if fueling of the engine is less than a predetermined reference value ( $REF_{FUEL}$ ); upon sensing a not-engaged condition of said transmission after selection of a downshift, for causing said master clutch to assume and remain in the fully engaged condition thereof; and immediately upon sensing a not-engaged condition of said transmission after selection of an upshift, for causing said master clutch to disengage and remain in the disengaged condition thereof. 40

11. The control system of claim 10 further characterized by means, effective after selection of both an upshift or a downshift, for causing said master clutch to be disengaged if prior to the expiration of said period of time a not-engaged condition of said transmission is not sensed and if fueling of said engine is less than a predetermined fueling reference value ( $REF_{FUEL}$ ). 45

12. The control system of claim 11 wherein said fueling reference value ( $REF_{FUEL}$ ) is equal to about 10% of the maximum fueling of said engine. 50

13. The control system of claim 11 wherein said input signals include an input signal (THL) indicative of the operator's request for fueling of the engine and said control system is further characterized by means, effective after selection of both an upshift or a downshift, for causing said master clutch to become disengaged if prior to the expiration of said predetermined time a not-engaged condition of said transmission is not sensed and the operator's request for fueling of the engine is less than a refer- 55

ence fuel request value (REF<sub>THL</sub>).

14. The control system of claim 13 wherein said reference fuel request value (REF<sub>THL</sub>) is about 20% of maximum fueling of said engine.

15. The control system of claim 13 wherein said transmission system additionally comprises an engine brake (17) and said control system is additionally characterized by means effective, after selection of both an upshift or a downshift, for causing said master clutch to become disengaged if prior to the expiration of said predetermined period of time a not-engaged condition of said transmission is not sensed, fueling to the engine is less than a engine fueling reference value and the engine brake was not applied at initiation of a shift from said currently engaged ratio into said target gear ratio.

16. The control system of claim 15 wherein said reference value is about 10% of maximum engine fueling.

17. The control system of claims 10, 11, 12, 13, 14, 15 or 16 wherein said transmission system includes means for sensing the point of incipient engagement of said clutch (LP) and said clutch is only disengaged to about the point of incipient engagement thereof.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung eines automatischen mechanischen Getriebesystems (10), mit einem Kraftstoff gesteuerten Motor (14), mit einem mehrgängigen mechanischen Geschwindigkeitswechselgetriebe (12), mit einer wahlweise ein- und ausrückbaren Hauptreibungskupplung (16), die antriebsmäßig zwischen dem Motor und dem Getriebe angeordnet ist, mit Sensormitteln (22,28,32,34,36) zum Erzeugen von Eingangssignalen, die für überwachte Systemparameter kennzeichnend sind, zu denen die Motordrehzahl (ES) und der Schaltzustand (GR/GN) des Getriebes gehört, und mit einer Steuereinheit (42) zum Entgegennehmen der Eingangssignale und zum Verarbeiten derselben entsprechend einem vorgegebenen Programm, um Ausgangssteuersignale für Systemaktuatoren abzugeben, zu denen eine Kraftstoffsteuerung (26), ein Hauptkupplungsaktuator (30) und ein Getriebeaktuator (34) gehören, wobei die Steuereinheit an diese Aktuatoren die Ausgangsbefehlssignale abgibt, um ein Schalten aus einer gegenwärtig eingelegten Gangstufe (GR<sub>C</sub>) in eine Zielgangstufe (GR<sub>T</sub>) mittels einer Schaltsequenz zu initialisieren, zu der eine Manipulation der Kraftstoffzufuhr zu dem Motor im Sinne eines Erhöhens oder Verminderns der Dreh-

zahl des Motors gehört, während die Hauptkupplung eingerückt ist und das Getriebe sich in einem Leerlaufzustand (GN) befindet, um im Wesentlichen synchrone Bedingungen für das Einrücken der Zielgangstufe zu schaffen, wobei zu dem Verfahren die Schritte gehören:

dass nach dem Auswählen eines Herauf- oder Herunterschaltens aus der gegenwärtig eingelegten Gangstufe in die Zielgangstufe kontinuierlich gemessen wird, ob sich das Getriebe im eingerückten Zusatzland oder im Leerlaufzustand befindet;  
dass, falls der Leerlaufzustand nicht festgestellt wird, der Getriebeaktuator veranlasst wird, das Getriebe in den Leerlaufzustand vorzuspannen und die Kraftstoffsteuerung veranlasst wird, die Kraftstoffzufuhr zu dem Motor zu vermindern;  
die Hauptkupplung zu veranlassen auszurücken, wenn (a) nach einer vorbestimmten Zeitspanne festgestellt wird, dass kein Leerlaufzustand des Getriebes vorliegt oder (b) die Kraftstoffzufuhr zu dem Motor kleiner als ein vorgegebener Referenzwert (REF<sub>FUEL</sub>) für die Kraftstoffzufuhr ist;

dass nach dem Auswählen eines Herunterschaltens und nach dem Erfassen eines Leerlaufzustandes des Getriebes die Hauptreibungskupplung veranlasst wird, in den voll eingerückten Zustand zu gehen und in diesem Zustand zu bleiben; und

nach dem Auswählen eines Heraufschaltens unmittelbar nach dem Erfassen eines Leerlaufzustands des Getriebes die Hauptkupplung zu veranlassen, auszurücken und in dem ausgerückten Zustand zu bleiben, und  
unmittelbar nach dem Feststellen, dass sich das Getriebe nach dem Auswählen eines Heraufschaltens in einem Leerlaufzustand befindet, die Hauptkupplung zu veranlassen, auszurücken und in dem ausgerückten Zustand zu bleiben.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem der Kraftstoffzufuhrreferenzwert (REF<sub>FUEL</sub>) gleich etwa 10% der maximalen Kraftstoffzufuhr zu dem Motor ist.

3. Verfahren nach Anspruch 2, bei dem ferner vorgesehen ist, dass nach dem Auswählen eines Herauf- oder eines Herunterschaltens die Hauptkupplung veranlasst wird, in den ausgerückten Zustand zu gelangen, wenn vor dem Ablauf der vorbestimmten Zeitspanne kein Leerlaufzustand des Getriebes gemessen wurde und die Anforderung des Fahrers hinsichtlich der Kraftstoffzufuhr zu dem Motor kleiner als ein Referenzwert (REF<sub>THL</sub>) für die Kraftstoffzufuhranforderung ist.

4. Verfahren nach Anspruch 3, bei dem der Referenzwert ( $REF_{TH}$ ) für die Kraftstoffzufuhranforderung etwa 20% der maximalen Kraftstoffzufuhr zu dem Motor beträgt. 5

5. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem es zusätzlich zu dem Verfahren gehört, dass nach dem Auswählen sowohl eines Hoch- als auch eines Herunterschaltens die Hauptkupplung veranlasst wird, in den ausgerückten Zustand zu gelangen, falls vor dem Ablauf der vorbestimmten Zeitspanne kein Leerlaufzustand des Getriebes gemessen wurde, die Kraftstoffzufuhr zu dem Motor kleiner ist als ein Kraftstoffzufuhrreferenzwert und eine Motorbremse zu Beginn eines Schaltens aus der gegenwärtig eingelegten Gangstufe in die Zielgangstufe nicht betätigt war. 10 15

6. Verfahren nach Anspruch 5, bei dem der Referenzwert etwa 10% der maximalen Kraftstoffzufuhr zu dem Motor beträgt. 20

7. Verfahren nach den Ansprüchen 1, 2, 3, 4, 5 oder 6, bei dem die Kupplung lediglich bis zu einem Punkt ausgerückt wird, der dem beginnenden Eingriff entspricht. 25

8. Verfahren nach Anspruch 1, das zusätzlich dadurch gekennzeichnet ist, dass nach dem Auswählen eines Herunterschaltens unmittelbar nach dem Erfassen des Leerlaufzustands des Getriebes und dem Einrücken der Hauptkupplung die Kraftstoffzufuhr veranlasst wird, die Drehzahl des Motors zu verändern, um synchrone Zustände zum Einrücken für die Zielgangstufe hervorzurufen. 30 35

9. Verfahren nach Anspruch 8, das zusätzlich dadurch gekennzeichnet ist, dass nach dem Auswählen eines Heraufschaltens unmittelbar vor dem Erfassen eines Leerlaufzustands des Getriebes und dem Ausrücken der Hauptkupplung veranlasst wird, dass eine Getriebewellenbremse (18) betätigt wird, um synchrone Zustände für das Einrücken der Zielgangstufe hervorzurufen. 40 45

10. Steuersystem zur Steuerung eines automatischen mechanischen Getriebesystems (10), mit einem Kraftstoff gesteuerten Motor (14), mit einem mehrgängigen mechanischen Geschwindigkeitswechselgetriebe (12), mit einer wahlweise ein- und ausrückbaren Hauptreibungskupplung (16), die antriebsmäßig zwischen dem Motor und dem Getriebe angeordnet ist, mit Sensormitteln (22,28,32,34,36) zum Erzeugen von Eingangssignalen, die für überwachte Systemparameter kennzeichnend sind, zu denen die Motordrehzahl (ES) und der Schaltzustand (GR/GN) des Getriebes gehört, und mit einer Steuereinheit (42) zum Entge-

gennehmen der Eingangssignale und zum Verarbeiten derselben entsprechend einem vorgegebenen Programm, um Ausgangssteuersignale für Systemaktuatoren abzugeben, zu denen eine Kraftstoffsteuerung (26), ein Hauptkupplungsaktuator (30) und ein Getriebeaktuator (34) gehören, wobei die Steuereinheit an diese Aktuatoren die Ausgangsbefehlssignale abgibt, um ein Schalten aus einer gegenwärtig eingelegten Gangstufe ( $GR_C$ ) in eine Zielgangstufe ( $GR_T$ ) mittels einer Schaltsequenz zu initialisieren, zu der eine einer Manipulation der Kraftstoffzufuhr zu dem Motor im Sinne eines Erhöhens oder Verminderns der Drehzahl des Motors gehört, während die Hauptkupplung eingerückt ist und das Getriebe sich in einem Leerlaufzustand (GN) befindet, um im Wesentlichen synchrone Bedingungen für das Einrücken der Zielgangstufe zu schaffen, wobei es zu dem Steuersystem gehört:

dass Mittel vorgesehen sind, die dazu dienen, nach dem Auswählen eines Herauf- oder Herunterschaltens aus der gegenwärtig eingelegten Gangstufe in die Zielgangstufe kontinuierlich zu messen, ob sich das Getriebe im eingerückten Zusatzstand oder im Leerlaufzustand befindet; falls der Leerlaufzustand nicht festgestellt wird, den Getriebeaktuator zu veranlassen, das Getriebe in den Leerlaufzustand vorzuspannen und die Kraftstoffsteuerung zu veranlassen, die Kraftstoffzufuhr zu dem Motor zu vermindern; die Hauptkupplung zu veranlassen auszurücken, wenn (a) nach einer vorbestimmten Zeitspanne festgestellt wird, dass kein Leerlaufzustand des Getriebes vorliegt oder (b) die Kraftstoffzufuhr zu dem Motor kleiner als ein vorgegebener Referenzwert ( $REF_{FUEL}$ ) für die Kraftstoffzufuhr ist; nach dem Auswählen eines Herunterschaltens und nach dem Erfassen eines Leerlaufzustandes des Getriebes die Hauptreibungskupplung zu veranlassen, in den voll eingerückten Zustand zu gehen und in diesem Zustand zu bleiben; und

11. Steuersystem nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass Mittel vorhanden sind, die nach dem Auswählen eines Herauf- oder eines Herunterschaltens dazu dienen, die Hauptkupplung zu veranlassen auszurücken, wenn vor dem Ablauf der Zeitspanne kein Leerlaufzustand des Getriebes gemessen wurde und die Kraftstoffzufuhr zu dem Motor kleiner ist als ein vorgegebener Kraftstoffzufuhrreferenzwert ( $REF_{FUEL}$ ). 50 55

12. Steuersystem nach Anspruch 11, bei dem der Kraftstoffzufuhrreferenzwert ( $REF_{FUEL}$ ) gleich etwa

10% der maximalen Kraftstoffzufuhr zu dem Motor ist. 5

13. Steuersystem nach Anspruch 11, bei dem ferner vorgesehen ist, dass zu den Eingangssignalen ein Eingangssignal (THL) gehört, das für die durch den Fahrer veranlasste Kraftstoffzufuhr zu dem Motor kennzeichnend ist, wobei das Steuersystem ferner dadurch gekennzeichnet ist, dass Mittel vorgesehen sind, die nach dem Auswählen eines Herauf- oder eines Herunterschaltens die Hauptkupplung veranlassen, in den ausgerückten Zustand zu gelangen, wenn vor dem Ablauf der vorbestimmten Zeitspanne kein Leerlaufzustand des Getriebes gemessen wurde und die Anforderung des Fahrers hinsichtlich der Kraftstoffzufuhr zu dem Motor kleiner als ein Referenzwert ( $REF_{THL}$ ) für die Kraftstoffzufuhranforderung ist. 10

14. Steuersystem nach Anspruch 13, bei dem der Referenzwert ( $REF_{THL}$ ) für die Kraftstoffzufuhranforderung etwa 20% der maximalen Kraftstoffzufuhr zu dem Motor beträgt. 15

15. Steuersystem nach Anspruch 13, bei dem das Getriebesystem zusätzlich eine Motorbremse (17) aufweist und das Steuersystem zusätzlich dadurch gekennzeichnet ist, dass Mittel vorgesehen sind, die dazu dienen nach dem Auswählen sowohl eines Hoch- als auch eines Herunterschaltens die Hauptkupplung zu veranlassen, in den ausgerückten Zustand zu gelangen, falls vor dem Ablauf der vorbestimmten Zeitspanne kein Leerlaufzustand des Getriebes gemessen wurde, die Kraftstoffzufuhr zu dem Motor kleiner ist als ein Kraftstoffzufuhrreferenzwert und die Motorbremse zu Beginn eines Schaltens aus der gegenwärtig eingelegten Gangstufe in die Zielgangstufe nicht betätigt war. 20

16. Steuersystem nach Anspruch 15, bei dem der Referenzwert etwa 10% der maximalen Kraftstoffzufuhr zu dem Motor beträgt. 25

17. Steuersystem nach den Ansprüchen 11, 12, 13, 14, 40  
15 oder 16, bei dem das Getriebesystem Mittel aufweist, um den Punkt des beginnenden Eingriffs der Kupplung (LP) zu erfassen, und die Kupplung die lediglich bis etwa zu Punkt des beginnenden Eingriffs ausgerückt wird. 45

Revendications 50

1. Procédé de commande d'un système (10) de transmission mécanique automatisée comportant un moteur (14) commandé en carburant, une transmission mécanique à plusieurs vitesses (12), un embrayage maître à friction (16) embrayé et débrayé de manière sélective, interposé de 55

manière menante entre ledit moteur et ladite transmission, des moyens de détection (22, 28, 32, 34, 36) pour fournir des signaux d'entrée représentatifs des paramètres gérés du système comportant la vitesse du moteur (ES) et un état de prise (GR/GN) de la transmission, une unité de commande (42) pour recevoir lesdits signaux d'entrée et pour traiter ceux-ci conformément à des règles logiques pré-déterminées pour émettre des signaux de sortie formant instructions vers les actionneurs du système comportant une commande de carburant (26), un opérateur d'embrayage maître (30), et un opérateur de transmission (34), ladite unité de commande émettant des signaux de sortie formant instructions vers lesdits actionneurs pour déclencher un changement de vitesse depuis un rapport d'engrenages couramment en prise ( $GR_C$ ) vers un rapport d'engrenages cible ( $GR_T$ ) par une séquence de changement de vitesse comportant la manipulation de l'alimentation en carburant dudit moteur pour augmenter ou diminuer la vitesse dudit moteur alors que l'embrayage maître est embrayé et que ladite transmission est dans un état non en prise (GN) pour amener des conditions pratiquement synchrones pour la mise en prise dudit rapport d'engrenages cible, ledit procédé comportant les étapes consistant à :

après sélection d'une montée de rapport ou d'une descente de rapport à partir du rapport d'engrenages couramment en prise vers le rapport d'engrenages cible,  
détecter en continu l'état en prise ou non-engrené prise de ladite transmission,  
si un état de transmission non-engrené n'est pas détecté, amener ledit opérateur de transmission à repousser ladite transmission dans son état non-engrené et amener ladite commande de carburant à diminuer l'alimentation en carburant vers ledit moteur,  
entraîner ledit embrayage maître à être débrayé si (a) après une période de temps pré-déterminée, un état non-engrené de ladite transmission n'est pas détecté ou (b) l'alimentation en carburant vers ledit moteur est plus faible qu'une valeur de référence d'alimentation en carburant pré-déterminée ( $REF_{FUEL}$ ),  
après sélection d'une descente de rapport, lors de la détection d'un état non-engrené de ladite transmission, amener ledit embrayage maître à prendre son état entièrement embrayé et à y rester, et  
après sélection d'une montée de rapport, immédiatement lors de la détection d'un état non-engrené de ladite transmission, entraîner ledit embrayage maître à être débrayé et à rester dans son état débrayé.

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel ladite valeur de référence d'alimentation en carburant ( $REF_{FUEL}$ ) est égale à environ 10 % de l'alimentation maximale en carburant vers ledit moteur. 5

3. Procédé selon la revendication 2 dans lequel ledit procédé comporte de plus, après sélection de l'un ou l'autre parmi une montée de rapport ou une descente de rapport, entraîner ledit embrayage maître à devenir débrayé si, avant l'expiration dudit temps prédéterminé, un état non-engrené de ladite transmission n'est pas détecté et si la requête de l'opérateur pour l'alimentation en carburant vers le moteur est plus faible qu'une valeur de requête de carburant de référence ( $REF_{THL}$ ). 10

4. Procédé selon la revendication 3, dans lequel ladite valeur de requête de carburant de référence ( $REF_{THL}$ ) est d'environ 20 % de l'alimentation maximale en carburant vers ledit moteur. 20

5. Procédé selon la revendication 1 dans lequel ledit procédé consiste de plus, après sélection de l'un ou l'autre parmi une montée de rapport ou une descente de rapport, à entraîner ledit embrayage maître à devenir débrayé si avant l'expiration de ladite période de temps prédéterminée un état non-engrené de ladite transmission n'est pas détecté, si l'alimentation en carburant vers le moteur est plus faible qu'une valeur de référence d'alimentation en carburant vers le moteur et si le frein moteur n'a pas été appliqué au début d'un changement de vitesse à partir dudit rapport couramment en prise jusqu'au dit rapport d'engrenages cible. 30

6. Procédé selon la revendication 5, dans lequel ladite valeur de référence est d'environ 10 % de l'alimentation maximale en carburant vers le moteur. 35

7. Procédé selon les revendications 1, 2, 3, 4, 5 ou 6, dans lequel ledit système comporte des moyens pour détecter le point de début d'embrayage dudit embrayage et ledit embrayage est uniquement débrayé environ à son point de début de mise en prise. 40

8. Procédé selon la revendication 1, caractérisé de plus en ce qu'après sélection d'une descente de rapport, immédiatement lors de la détection d'un non-engrenement de ladite transmission et de l'embrayage dudit embrayage maître, on amène ladite commande de carburant à moduler la vitesse dudit moteur pour entraîner des conditions synchrones pour la mise en prise du rapport d'engrenages cible. 50

9. Procédé selon la revendication 8, caractérisé de plus en ce que, après sélection d'une montée de rapport, immédiatement lors de la détection du non-engrenement de ladite transmission et débrayage dudit embrayage maître, on amène un frein (18) d'arbre d'entrée de boîte de vitesse à être appliqué pour provoquer des conditions synchrones pour la mise en prise dudit rapport d'engrenages cible. 55

10. Système de commande pour commander un système (10) de transmission mécanique automatisée comportant un moteur (14) commandé en carburant, une transmission mécanique à plusieurs vitesses (12), un embrayage maître à friction (16) embrayé et débrayé de manière sélective interposé de manière menante entre ledit moteur et ladite transmission, des moyens de détection (22, 28, 32, 34, 36) pour fournir des signaux d'entrée représentatifs de paramètres gérés du système comportant la vitesse du moteur (ES) et un état de prise (GR/GN) de la transmission, une unité de commande (42) pour recevoir lesdits signaux d'entrée pour traiter ceux-ci conformément à des règles logiques prédéterminées pour émettre des signaux de sortie formant instructions vers les actionneurs du système comportant une commande de carburant (26), un opérateur (30) d'embrayage maître, et un opérateur (34) de transmission, ladite unité de commande émettant des signaux de sortie formant instructions vers lesdits actionneurs pour déclencher une descente de rapport à partir d'un rapport d'engrenages couramment en prise ( $GR_C$ ) vers un rapport d'engrenages cible ( $GR_T$ ) par une séquence de descente de rapport comportant la manipulation de l'alimentation en carburant dudit moteur pour augmenter et diminuer la vitesse dudit moteur alors que l'embrayage maître est embrayé et ladite transmission est dans un état non-engrené pour provoquer des conditions pratiquement synchrones pour la mise en prise dudit rapport d'engrenages cible, ledit système de commande comportant : 60

des moyens, efficaces après sélection d'une montée de rapport ou d'une descente de rapport à partir du rapport d'engrenages couramment en prise vers le rapport d'engrenages cible, pour détecter l'état engrené ou non-engrené de ladite transmission, si un état de transmission non-engrené n'est pas détecté, entraîner ledit opérateur de transmission à repousser ladite transmission dans son état non-engrené et entraîner ladite commande de carburant à diminuer l'alimentation en carburant vers ledit moteur pour entraîner ledit embrayage maître à être débrayé si un état non-engrené de ladite transmission n'est pas détecté après une période prédéterminée de temps et si l'alimentation en 65

carburant vers le moteur est inférieure à une valeur de référence prédéterminée ( $REF_{FUEL}$ ), lors de la détection d'un état non-engrené de ladite transmission après sélection d'une descente de rapport, pour entraîner ledit embrayage maître à prendre son état entièrement embrayé et à y rester, et immédiatement après détection d'un état non-engrené de ladite transmission après sélection d'une montée de rapport, pour entraîner ledit embrayage maître à être débrayé et à rester dans son état débrayé. 5

11. Système de commande selon la revendication 10, caractérisé de plus en ce qu'il comporte des moyens, efficaces après sélection d'une montée de rapport ou d'une descente de rapport, pour entraîner ledit embrayage maître à être débrayé si avant l'expiration de ladite période de temps un état non-engrené de ladite transmission n'est pas détecté et si l'alimentation en carburant vers ledit moteur est plus faible qu'une valeur de référence d'alimentation en carburant prédéterminée ( $REF_{FUEL}$ ). 10

12. Système de commande selon la revendication 11 dans lequel ladite valeur de référence d'alimentation en carburant ( $REF_{FUEL}$ ) est égale à environ 10 % de l'alimentation maximum en carburant vers ledit moteur. 15

13. Système de commande selon la revendication 11 dans lequel lesdits signaux d'entrée comportent un signal d'entrée (THL) représentatif de la requête par l'opérateur d'une alimentation en carburant vers ledit moteur et ledit système de commande est en outre caractérisé en ce qu'il comporte des moyens, efficaces après sélection d'une montée de rapport ou d'une descente de rapport, pour entraîner ledit embrayage maître à devenir débrayé si avant l'expiration dudit temps prédéterminé un état non-engrené de ladite transmission n'est pas détecté et si la requête par l'opérateur d'alimentation en carburant vers le moteur est plus faible qu'une valeur de requête de carburant de référence ( $REF_{THL}$ ). 20

14. Système de commande selon la revendication 13, dans lequel ladite valeur de requête de carburant de référence ( $REF_{THL}$ ) est d'environ 20 % de l'alimentation maximale en carburant vers ledit moteur. 25

15. Système de commande selon la revendication 13, dans lequel ledit système de transmission comporte de plus un frein de moteur (17) et ledit système de commande est en outre caractérisé en ce qu'il comporte des moyens efficaces, après sélection d'une montée de rapport ou d'une descente de rapport, pour entraîner ledit embrayage maître à devenir débrayé si, avant l'expiration de ladite 30

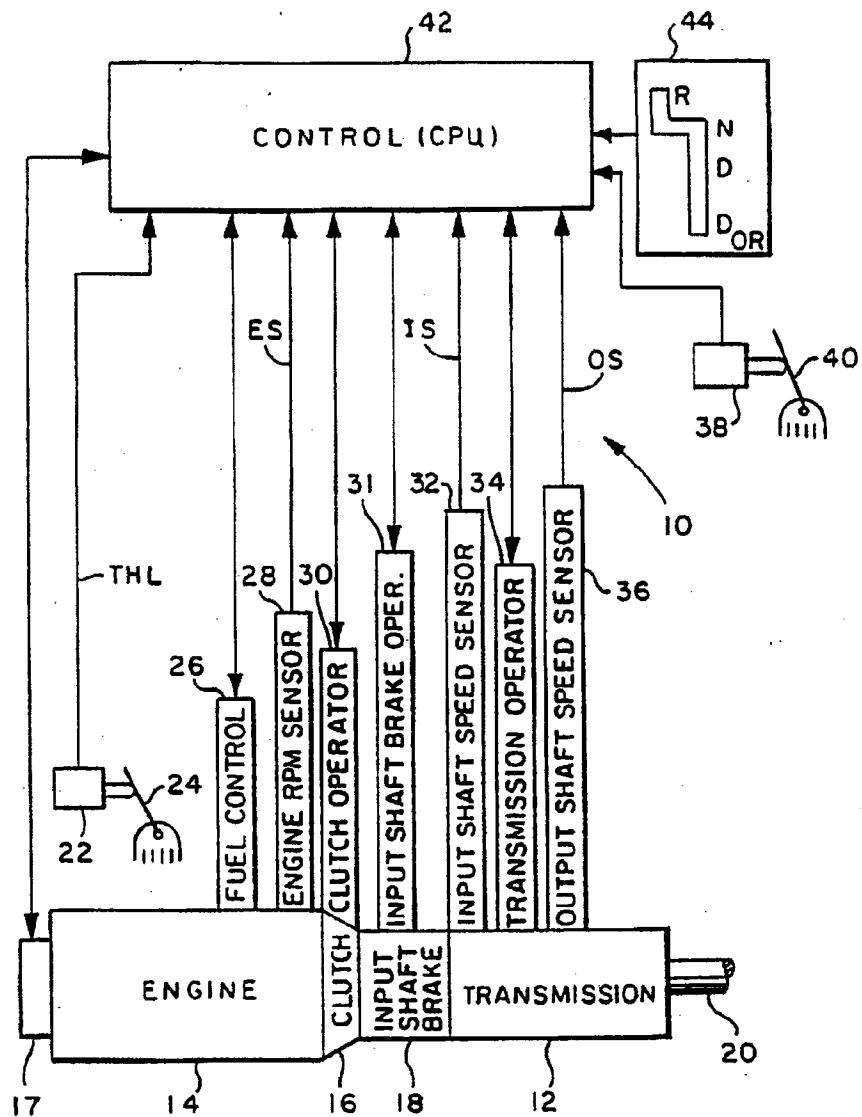
période de temps prédéterminée, un état non-engrené de ladite transmission n'est pas détecté, si l'alimentation en carburant vers le moteur est plus faible qu'une valeur de référence d'alimentation en carburant vers le moteur et si le frein moteur n'a pas été appliqué au début d'un changement de vitesse à partir dudit rapport couramment en prise-vers ledit rapport d'engrenages cible. 35

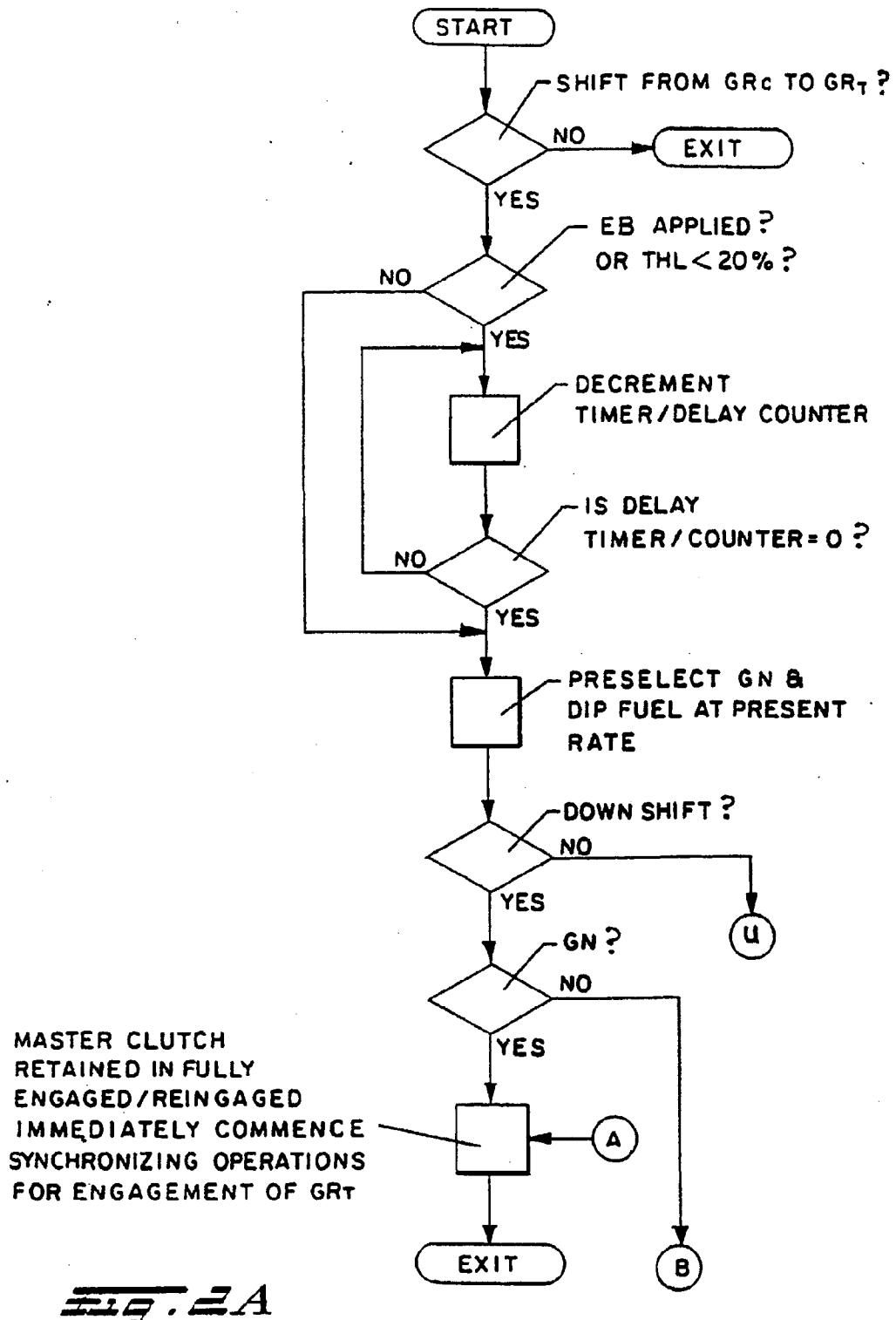
16. Système de commande selon la revendication 15 dans lequel ladite valeur de référence est d'environ 10 % de l'alimentation maximale en carburant vers le moteur. 40

17. Système de commande selon les revendications 10, 11, 12, 13, 14, 15 ou 16 dans lequel ledit système de transmission comporte des moyens pour détecter le point de début d'embrayage dudit embrayage (LP) et ledit embrayage est seulement débrayé aux environs de son point de début d'embrayage. 45

50

55



FIG. 2A

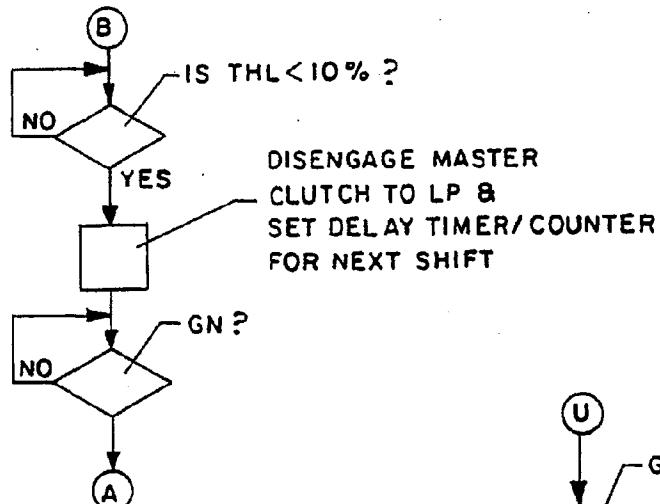


FIG. 2B

MASTER CLUTCH IMMEDIATELY  
DISENGAGED, IMMEDIATELY  
COMMENCE SYNCHRONIZING  
OPERATIONS FOR ENGAGEMENT  
OF GRT

U((U))

GN ?

NO

YES

EXIT

DISENGAGE MASTER CLUTCH TO LP  
& SET DELAY TIMER/COUNTER  
FOR NEXT SHIFT

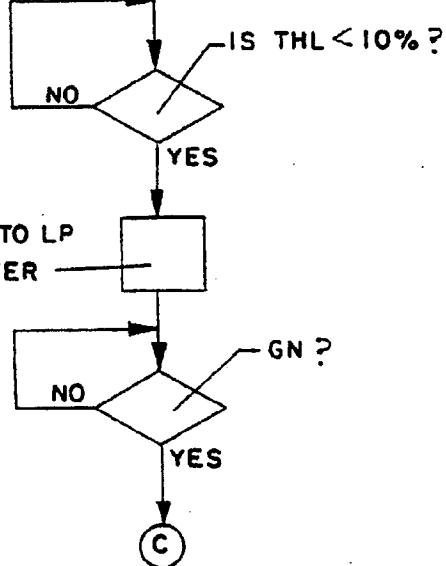


FIG. 2C



(19)

Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11) EP 0 628 443 B1

(12)

EUROPEAN PATENT SPECIFICATION

(45) Date of publication and mention

of the grant of the patent:

14.01.1998 Bulletin 1998/03

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: B60K 41/28

(21) Application number: 94303890.1

(22) Date of filing: 27.05.1994

(54) Clutch disengage logic

Verfahren für eine Auskuppel-Steuerung

Procédé de commande de débrayage

(84) Designated Contracting States:

AT DE ES FR GB IT SE

(30) Priority: 10.06.1993 GB 9312013

(43) Date of publication of application:

14.12.1994 Bulletin 1994/50

(73) Proprietor: EATON CORPORATION

Cleveland Ohio 44114 (US)

(72) Inventor: Chan, Kwok Wah

Chorley, Lancs PR7 2YA (GB)

(74) Representative:

Douglas, John Andrew

Eaton House

Staines Road

Hounslow Middlesex TW4 5DX (GB)

(56) References cited:

EP-A- 0 130 812

DE-A- 3 915 840

GB-A- 2 182 734

US-A- 4 648 290

US-A- 4 850 236

US-A- 5 088 348

EP 0 628 443 B1

Note: Within nine months from the publication of the mention of the grant of the European patent, any person may give notice to the European Patent Office of opposition to the European patent granted. Notice of opposition shall be filed in a written reasoned statement. It shall not be deemed to have been filed until the opposition fee has been paid. (Art. 99(1) European Patent Convention).

**Description****BACKGROUND OF THE INVENTION****Field of the Invention**

The present invention relates to a control system/method for controlling the disengagement of the friction master clutch in a vehicular automated mechanical transmission system and, in particular, to a control system/method for controlling disengagement of the master clutch at initiation of a shift from a currently engaged transmission ratio into a target transmission ratio or transmission neutral.

**Description of the Prior Art**

Vehicular fully or partially automated mechanical transmission systems are well known in the prior art. Examples of such transmission systems may be seen by reference to U.S. Pat. Nos. 4,361,060; 4,595,986; 4,648,290 and 4,850,236.

Briefly, vehicular automated transmission systems comprise a fuel controlled engine, a multiple speed mechanical transmission and a selectively engaged and disengaged master friction clutch drivingly interposed between the engine and transmission. For more rapid downshifts, a downshift or input shaft brake is usually provided and, for more efficient vehicle retardation, an engine exhaust brake may be provided. A control unit, typically a microprocessor based ECU, receives a plurality of input signals, processes the input signals according to predetermined logic rules and issues command output signals to various actuators such a fuel controller, a clutch operator, an input shaft brake operator and/or a transmission operator.

It is known in the automated transmission systems for the actuator assemblies to suffer a temporary lock, which results in the inability to select other ratios than the one currently engaged.

Various solutions to this type of problem have been proposed, one such solution is proposed in EP-A-0130812. The solution involves trying to select a different gear to the one currently engaged, and if such selection cannot be achieved within a pre-determined time, then either the gear selector is moved to neutral or an attempt is made to restore the originally engaged gear.

The prior art fully or partially automated mechanical transmission systems typically operate in a shift sequence wherein the master clutch is disengaged at initiation of shifting to assure disengagement of the positive jaw clutches associated with the currently engaged ratio. Disengagement of the master clutch, if premature or when the engine brake is applied, may result in an undesirable rapid yaw in the vehicle cab as torque in the drive line unwinds with disengagement of the master clutch. This reaction, commonly referred to as "cab

lurch" or "cab dip" is particularly disagreeable if the master clutch is disengaged at relatively high fueling of the engine, relatively high torque in the driveline and/or when an engine brake is not fully disengaged.

**SUMMARY OF THE INVENTION**

In accordance with the present invention, there is provided a control system and a method for controlling an automated mechanical transmission system and for controlling master clutch disengagement at the start of a shifting operation to minimize or eliminate so-called "cab lurch" and to minimize the duration of shifting operations, as claimed in claims 1 and 10.

The above is accomplished by, at initiation of a shift, selecting or preselecting a gear neutral condition and monitoring selected system parameters, such as time since shift sequence was initiated, current engine fueling, transmission condition, clutch position and/or operation of an engine brake and, for downshifts, if gear neutral is sensed, quickly causes the clutch to remain engaged or to be reengaged and immediately commences modulating engine speed to cause synchronous conditions for engagement of a target gear ratio, and, if gear neutral is not sensed, delays disengagement of the master clutch at initiation of a shift sequence until certain preconditions, such as a predetermined decrease in engine fueling or expiration of a predetermined time occur. For upshifts, the master clutch is disengaged upon the first to occur of sensing gear neutral or occurrence of the preconditions and synchronizing by applying the input shaft brake begins immediately upon sensing gear neutral and master clutch disengagement.

Accordingly, it is an object of the present invention to provide an improved control method/system for controlling clutch disengagement in an at least partially automated vehicular mechanical transmission system.

A further object of the present invention is to provide an improved control system/method for controlling master clutch disengagement in a vehicular automated mechanical transmission system to minimize shift times and to reduce or eliminate "cab lurch", also called "cab dip", at initiation of a shift out of a currently engaged gear ratio into a selected target transmission ratio or neutral.

These and other objects and advantages of the present invention will become apparent from a reading of the description of the preferred embodiment taken with the attached drawings.

**BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS**

Figure 1 is a schematic representation of a vehicular automated mechanical transmission system.

Figures 2A, 2B and 2C are a schematic representation, in flow chart format, of the control of the present invention.

### DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENT

Figure 1 schematically illustrates vehicular automatic mechanical transmission system 10 including an automatic multi-speed compound mechanical change gear transmission 12 driven by a fuel controlled engine 14, such as a well known diesel engine, through selectively engaged and disengaged friction master clutch 16. An engine brake such as an exhaust brake 17 for retarding vehicle speed by retarding the rotational speed of engine 14 and/or an input shaft brake 18 which is effective to apply a retarding force to the transmission input shaft upon disengagement of coupling 16 for more rapid upshifts may be provided as is known in the prior art. The output of automatic transmission 12 is output shaft 20 which is adapted for driving connection to an appropriate vehicle component such as the differential of a drive axle, a transfer case, or the like as is well known in the prior art.

The above-mentioned power train components are acted upon and monitored by several devices, each of which will be discussed below. These devices include a throttle pedal position monitor assembly 22 which senses the position (THL) of the operator controlled throttle device 24, a fuel control device 26 for controlling the amount of fuel to be supplied to engine 14, and engine speed sensor 28 which senses the rotational speed (ES) of the engine, a clutch operator 30 which engages and disengages coupling clutch 16 and which also supplies information as to the status of the clutch, an input brake operator 31, a transmission input shaft speed (IS) sensor 32, a transmission operator 34 which is effective to shift the transmission 12 into a selected gear ratio (GR) and to provide a signal indicative of the gear neutral (GN) condition and/or the currently engaged gear ratio (GR<sub>C</sub>), and a transmission output shaft speed (OS) sensor 36. A vehicle brake monitor 38 senses actuation of the vehicle brake pedal 40.

Clutch operator 30 may be of any type, several examples of which are as shown in U.S. Pat. Nos. 4,081,065, 4,729,462 and 5,004,086. Shift actuators may be of the parallel piston type illustrated in U.S. Patent No. 4,722,237, of the "X-Y" type illustrated in U.S. Pat. Nos. 4,936,156; 4,928,544; 4,899,607 and 4,722,237, or of a differing type.

The above-mentioned devices supply information to and/or accept commands from a central processing unit or control 42. The central processing unit 42 may include timers, clocks, counters and analog and/or digital electronic calculation and logic circuitry, the specific configuration and structure of which forms no part of the present invention. The central processing unit also receives information from a shift control assembly 44 by which the vehicle operator may select a reverse (R), neutral (N), on-highway forward drive (D) or off-road forward drive (D<sub>OR</sub>) mode of operation of the vehicle. An electrical power source (not shown) and/or a source of pressurized fluid (not shown) provides electrical and/or

5 pneumatic or hydraulic power to the various sensing, operating and/or processing units. Drivetrain components and controls thereto of the type described above are known in the prior art and may be appreciated in greater detail by reference to above-mentioned U.S. Pat. Nos. 4,595,986; 4,081,065; 4,361,060 and 4,648,290.

10 Sensors 22, 28, 32, 36, 38 and 40 may be of any known type or construction for generating analog or digital signals proportional to the parameter analog or digital signals proportional to the parameter monitored thereby. Similarly, operators 17, 18, 26, 30 and 34 may be of any known electric, hydraulic, pneumatic or electro-pneumatic type for executing operations in response 15 to command signals from the central processing unit 42 and/or for providing input signals thereto. Fuel control 26 will normally supply fuel to engine 14 in accordance with the operator setting of throttle pedal 24 but may supply a lesser (fuel dipped) or greater (fuel boost) amount of fuel in accordance with commands from the central processing unit 42.

20 Clutch operator 30 is preferably controlled by the central processing unit 42 and may engage and/or disengage master clutch 16 as described in above-mentioned U.S. Pat. No. 4,081,065. Transmission 12 is a 25 mechanical transmission using positive jaw clutches to engage and disengage selected ratios. Transmission 12 is preferably, but not necessarily, of the twin counter-shaft type as is seen in U.S. Pat. Nos. 3,105,395 and 4,648,290.

30 In addition to direct inputs, the central processing unit may be provided with circuitry for differentiating various input signals such as, for example, the input signal from sensor 28 to provide a calculated signal indicative of the rate of acceleration of the engine.

35 In the automatic mechanical transmission system illustrated in Figure 1, a primary purpose of the central processing unit is to select, in accordance with predetermined logic rules and current or stored parameters, the optimum gear ratio at which the transmission should be operating and, if necessary, to command a gear change, or shift into the selected optimal gear ratio, or target gear ratio (GR<sub>T</sub>), based upon the current and/or stored information.

40 45 Driver demands are communicated by means of selector assembly 44. The selector 44 has at least two selectable forward operating modes including an over-the-highway mode (D) and an off-road (D<sub>OR</sub>) mode either of which may be selected by the operator. In the off-road mode, performance is to maximize at the probable expense of fuel economy and/or vehicle comfort.

50 55 The following events are required for upshifting transmission 12, especially when automated transmission system 10 is equipped with an engine (exhaust) brake 17 and an upshift or input shaft brake 18. For an upshift from a currently engaged ratio into a target ratio; the transmission actuator 34 is biased or preselected to

shift from the currently engaged ratio  $GR_C$  into neutral GN, fueling of the engine is decreased at a predetermined rate to lower driveline torque, the clutch 16 is disengaged to allow the transmission shift into neutral to occur and to allow operation of the input shaft brake 18, the input shaft brake 18 is applied to cause synchronous conditions for engaging the target gear ratio, the target gear ratio is engaged and then the master clutch is reengaged.

For a downshift from a currently engaged ratio  $GR_C$  into a target gear ratio  $GR_T$  the transmission actuator is biased or preselected to shift from the currently engaged ratio into gear neutral GN, fueling of the engine is decreased to lower driveline torque, if necessary the master clutch 16 is disengaged to allow the transmission to shift into neutral, upon sensing a gear neutral condition, the master clutch is reengaged or maintained engaged and fueling of the engine is boosted to cause synchronous conditions for engagement of the target gear ratio, and then the target gear ratio is engaged (usually with the master clutch remaining in engagement).

The term "upshift" as used herein shall mean the shifting from a lower speed gear ratio to a higher speed gear ratio and the term "downshift" as used herein shall mean the shifting from a higher speed gear ratio to a lower speed gear ratio. The term "low speed gear" as used herein shall designate the gear ratios utilized for lowest forward speed operation in a transmission, i.e., that set of gears having a highest ratio of reduction of input shaft speed relative to the input shaft of the transmission.

Synchronous conditions exist for engaging the target gear ratio when the input shaft speed (IS) equals or substantially equals the product of the output shaft speed (OS) times the target gear ratio ( $GR_T$ ) or  $IS = OS \times GR_T$ . When the master clutch is fully engaged, engine speed equals input shaft speed, and at synchronous conditions  $ES = IS = OS \times GR_T$ .

During the shift from the currently engaged gear ratio  $GR_C$  into neutral GN, the transmission jaw clutch engaging the currently engaged gear ratio is biased or preloaded by the shifting mechanism 34 to disengage. The preload force is usually less than the friction forces developed by the driveline torque resisting disengagement and, due to the "torque lock", the jaw clutch will remain engaged. If the master clutch 16 is prematurely disengaged when a high level of torque is being transmitted therethrough, the entire driveline will unwind quickly causing a very objectionable cab lurch. Also, if the master clutch is disengaged while the transmission is in gear and the engine brake is still retarding the vehicle, i.e. has not fully disengaged, a very objectionable cab lurch is likely to occur.

While it is important to prevent premature disengagement of the master clutch, it is equally important to avoid unnecessary delays in the shift sequence for acceptable performance of system 10. Accordingly, dur-

ing a downshift, if a shift into neutral (GN) is sensed prior to full disengagement of the master clutch, the clutch 16 is not disengaged, or is rapidly reengaged, and synchronizing action immediately commenced and, if neutral is not sensed, the clutch is disengaged as soon as possible consistent with minimizing a cab lurch. During an upshift, the master clutch is immediately disengaged upon sensing gear neutral (GN) to allow rapid application of the input shaft brake for synchronizing purposes.

Further, to minimize a duration of shift operations, assuming system 10 has means for clutch position sensing, the clutch is disengaged to just the "touch point" or "point of incipient engagement" (see U.S. Pat. No. 4,646,891) rather than to a fully-disengaged position. Alternatively, the clutch may be fully disengaged and then quickly returned to about the touch point (LP).

To minimize or eliminate cab lurch, while minimizing the time duration of shifting operations, the control system/method of the present invention is utilized. The control system/method of the present invention is schematically illustrated, in flow chart format, in Figures 2A, 2B and 2C.

The control of the present invention will determine if a predetermined period of time has elapsed since the request from operator to shift from the currently engaged ratio. A delay timer, or delay counter, may be used. This delay will only be applied if engine exhaust brake is engaged, or the operator fuel demand (THL) is below a reference value ( $REF_{THL}$ ) equal to a request for about 20% of the maximum engine fueling. For a typical heavy duty vehicle equipped with a diesel engine and an engine exhaust brake, a delay of about 300 milliseconds prior to the initiation of the shift from the currently engaged ratio and throttle dip will be sufficient to fully release the engine brake to ensure that master clutch disengagement-caused cab lurch is eliminated or minimized.

If the timer or counter has timed out and the engine fueling is less than a predetermined fueling reference value ( $REF_{FUEL}$ ) equal to about 10%, the clutch 16 will be disengaged, to at least the touch point, and the logic will wait for gear neutral to be achieved and confirmed prior to initiating the appropriate synchronization procedure.

The control logic involves that period of time from initiating disengagement of the currently engaged gear ratio ( $GR_C$ ) for a shift into a target gear ratio ( $GR_T$ ) until gear neutral GN is achieved and confirmed and, (i) for downshifts, the master clutch is engaged allowing engine acceleration/ deceleration to be immediately used to cause synchronous conditions for engaging the target gear ratio or, (ii) for an upshift, the master clutch is disengaged to at least the touch point (LP) allowing the input shaft brake to be used to cause synchronous conditions for engaging the target gear ratio.

To minimize the duration of shifting operations, once the CPU 42 has commanded a shift from the cur-

rently engaged ratio ( $GR_C$ ) into neutral (GN), immediately upon sensing and confirming a gear neutral condition, for downshifts, the CPU will cause the master clutch to be reengaged or remain engaged and will issue commands to the fuel control operator to initiate synchronizing operations and, for upshifts will cause the master clutch to be disengaged and immediately apply the input shaft brake to initiate synchronizing operations. Gear neutral (GN) is confirmed by position sensors in operator 34 and/or by monitoring shaft speed sensors 32 and 36 to determine that the input shaft speed divided by the output shaft speed (IS/OS) does not equal a known gear ratio (GR). If, upon initiation of a shift, gear neutral (GN) is not sensed, then the shift actuator 34 is commanded to preselect a disengagement of the currently engaged ratio and the fuel control 26 is commanded to gradually decrease the supply of fuel to engine 14. The fuel controller may, of course, be integral with an electronically controlled engine and/or fuel reduction may be accomplished by gradually decreasing the torque output of the engine. Various vehicle data bus protocols, such as SAE J1939, are available to accomplish this.

If gear neutral is not sensed, and the timer/counter has not timed out, and, if the engine brake was not applied prior to initiation of the shift operation, the clutch 16 will still be disengaged if fueling to the engine has been reduced below a reference value ( $REF_{FUEL}$ ) equal to about 10% of maximum fueling and/or if the operator's positioning of the throttle pedal 24 indicates that operator fuel demand  $THL$  is below a reference value ( $REF_{THL}$ ) equal to a request for about 20% of maximum engine fueling.

The control loop or subroutine illustrated in Figures 2A, 2B and 2C will be executed about once every ten milliseconds.

Accordingly, it may be seen that a clutch control method/system for an automated mechanical transmission system 10 is provided which will minimize shift times while minimizing or eliminating "cab lurch" events.

Although this invention has been described in its preferred form with a certain degree of particularity, it is understood that the present disclosure of the preferred embodiment has been made only by way of example, and that numerous changes in the detailed construction and combination and arrangement of the parts may be resorted to without departing from the scope of the invention as hereinafter claimed.

#### Claims

1. A method of controlling an automated mechanical transmission system (10) comprising a fuel-controlled engine (14), a multiple-speed mechanical transmission (12), a selectively engaged and disengaged friction master clutch (16) drivingly interposed between said engine and said transmission, sensing means (22, 28, 32, 34, 36) for providing

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

ing input signals indicative of monitored system parameters including engine speed (ES) and engagement condition (GR/GN) of the transmission, a control unit (42) for receiving said input signals and for processing same according to predetermined logic rules to issue command output signals to system actuators including a fuel control (26), a master clutch operator (30), and a transmission operator (34), said control unit issuing command output signals to said actuators to initiate a shift from a currently engaged gear ratio ( $GR_C$ ) into a target gear ratio ( $GR_T$ ) by a shift sequence including manipulation of the fueling of said engine to increase or decrease the speed of said engine while the master clutch is engaged and said transmission is in a not-engaged (GN) condition to cause substantially synchronous conditions for engagement of said target gear ratio, said method comprising the steps of:

after selection of an upshift or downshift from the currently engaged gear ratio into the target gear ratio,

continuously sensing the engaged or not-engaged condition of said transmission; if a not-engaged transmission condition is not sensed, causing said transmission operator to urge said transmission into the not-engaged condition thereof and causing said fuel controller to decrease the fueling of said engine; causing said master clutch to disengage if (a) after a predetermined period of time a not-engaged condition of said transmission is not sensed, or (b) fueling of said engine is less than a predetermined fueling reference value ( $REF_{FUEL}$ );

after selection of a downshift, upon sensing a not-engaged condition of said transmission, causing said master clutch to assume and remain in the fully-engaged condition thereof; and

after selection of an upshift, immediately upon sensing a not-engaged condition of said transmission, causing said master clutch to disengage and remain in the disengaged condition thereof.

2. The method of claim 1 wherein said fueling reference value ( $REF_{FUEL}$ ) is equal to about 10% of the maximum fueling of said engine.
3. The method of claim 2 wherein said method further comprises, after selection of both an upshift or a downshift, causing said master clutch to become disengaged if prior to the expiration of said predetermined time a not-engaged condition of said transmission is not sensed and the operator's request for fueling of the engine is less than a refer-

ence fuel request value ( $REF_{THL}$ ).

4. The method of claim 3 wherein said reference fuel request value ( $REF_{THL}$ ) is about 20% of maximum fueling of said engine. 5
5. The method of claim 1 wherein said method additionally comprises, after selection of both an upshift or a downshift, causing said master clutch to become disengaged if prior to the expiration of said predetermined period of time a not-engaged condition of said transmission is not sensed, fueling to the engine is less than a engine fueling reference value and an engine brake (17) was not applied at initiation of a shift from said currently engaged ratio into said target gear ratio. 15
6. The method of claim 5 wherein said reference value is about 10% of maximum engine fueling. 20
7. The method of claims 1, 2, 3, 4, 5 or 6 wherein said clutch is only disengaged to about the point of incipient engagement thereof. 25
8. The method of claim 1 additionally characterized by, after selection of a downshift, immediately upon sensing non-engagement of said transmission and engagement of said master clutch, causing said fuel control to modulate the speed of said engine to cause synchronous conditions for engagement of said target gear ratio. 30
9. The method of claim 8 additionally characterized by, after selection of an upshift, immediately upon sensing non-engagement of said transmission and disengagement of said master clutch, causing a gearbox input shaft brake (18) to be applied to cause synchronous conditions for engagement of said target gear ratio. 35
10. A control system for controlling an automated mechanical transmission system (10) comprising a fuel-controlled engine (14), a multiple-speed mechanical transmission (12), a selectively engaged and disengaged friction master clutch (16) drivingly interposed between said engine and said transmission, sensing means (22, 28, 32, 34, 36) for providing input signals indicative of monitored system parameters including engine speed (ES) and engagement condition (GR/GN) of the transmission, a control unit (42) for receiving said input signals and for processing same according to predetermined logic rules to issue command output signals to system actuators including a fuel control (26), a master clutch operator (30), and a transmission operator (34), said control unit issuing command output signals to said actuators to initiate a shift from a currently engaged gear ratio ( $GR_C$ ) into 40

a target gear ratio ( $GR_T$ ) by a shift sequence including manipulation of the fueling of said engine to increase or decrease the speed of said engine while the master clutch is engaged and said transmission is in a not-engaged (GN) condition to cause substantially synchronous conditions for engagement of said target gear ratio, said control system comprising

- means, effective after selection of an upshift or downshift from the currently engaged gear ratio into the target gear ratio, for sensing the engaged or not-engaged condition of said transmission; if a not-engaged transmission condition is not sensed, for causing said transmission operator to urge said transmission into the not-engaged condition thereof and for causing said fuel controller to decrease the fueling of said engine; for causing said master clutch to disengage if a not-engaged condition of said transmission is not sensed after a predetermined period of time or if fueling of the engine is less than a predetermined reference value ( $REF_{FUEL}$ ); upon sensing a not-engaged condition of said transmission after selection of a downshift, for causing said master clutch to assume and remain in the fully engaged condition thereof; and immediately upon sensing a not-engaged condition of said transmission after selection of an upshift, for causing said master clutch to disengage and remain in the disengaged condition thereof. 35
11. The control system of claim 10 further characterized by means, effective after selection of both an upshift or a downshift, for causing said master clutch to be disengaged if prior to the expiration of said period of time a not-engaged condition of said transmission is not sensed and if fueling of said engine is less than a predetermined fueling reference value ( $REF_{FUEL}$ ). 40
12. The control system of claim 11 wherein said fueling reference value ( $REF_{FUEL}$ ) is equal to about 10% of the maximum fueling of said engine. 45
13. The control system of claim 11 wherein said input signals include an input signal (THL) indicative of the operator's request for fueling of the engine and said control system is further characterized by means, effective after selection of both an upshift or a downshift, for causing said master clutch to become disengaged if prior to the expiration of said predetermined time a not-engaged condition of said transmission is not sensed and the operator's request for fueling of the engine is less than a refer- 50
- 55

ence fuel request value ( $REF_{THL}$ ).

14. The control system of claim 13 wherein said reference fuel request value ( $REF_{THL}$ ) is about 20% of maximum fueling of said engine.

15. The control system of claim 13 wherein said transmission system additionally comprises an engine brake (17) and said control system is additionally characterized by means effective, after selection of both an upshift or a downshift, for causing said master clutch to become disengaged if prior to the expiration of said predetermined period of time a not-engaged condition of said transmission is not sensed, fueling to the engine is less than a engine fueling reference value and the engine brake was not applied at initiation of a shift from said currently engaged ratio into said target gear ratio.

16. The control system of claim 15 wherein said reference value is about 10% of maximum engine fueling.

17. The control system of claims 10, 11, 12, 13, 14, 15 or 16 wherein said transmission system includes means for sensing the point of incipient engagement of said clutch (LP) and said clutch is only disengaged to about the point of incipient engagement thereof.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung eines automatischen mechanischen Getriebesystems (10), mit einem Kraftstoff gesteuerten Motor (14), mit einem mehrgängigen mechanischen Geschwindigkeitswechselgetriebe (12), mit einer wahlweise ein- und ausrückbaren Hauptreibungskupplung (16), die antriebsmäßig zwischen dem Motor und dem Getriebe angeordnet ist, mit Sensormitteln (22,28,32,34,36) zum Erzeugen von Eingangssignalen, die für überwachte Systemparameter kennzeichnend sind, zu denen die Motordrehzahl (ES) und der Schaltzustand (GR/GN) des Getriebes gehört, und mit einer Steuereinheit (42) zum Entgegennehmen der Eingangssignale und zum Verarbeiten derselben entsprechend einem vorgegebenen Programm, um Ausgangssteuersignale für Systemaktuatoren abzugeben, zu denen eine Kraftstoffsteuerung (26), ein Hauptkupplungsaktuator (30) und ein Getriebeaktuator (34) gehören, wobei die Steuereinheit an diese Aktuatoren die Ausgangsbefehlssignale abgibt, um ein Schalten aus einer gegenwärtig eingelegten Gangstufe ( $GR_c$ ) in eine Zielgangstufe ( $GR_T$ ) mittels einer Schaltsequenz zu initialisieren, zu der eine Manipulation der Kraftstoffzufuhr zu dem Motor im Sinne eines Erhöhens oder Verminderns der Dreh-

zahl des Motors gehört, während die Hauptkupplung eingerückt ist und das Getriebe sich in einem Leerlaufzustand (GN) befindet, um im Wesentlichen synchrone Bedingungen für das Einrücken der Zielgangstufe zu schaffen, wobei zu dem Verfahren die Schritte gehören:

dass nach dem Auswählen eines Herauf- oder Herunterschaltens aus der gegenwärtig eingelegten Gangstufe in die Zielgangstufe kontinuierlich gemessen wird, ob sich das Getriebe im eingerückten Zusatzstand oder im Leerlaufzustand befindet;

dass, falls der Leerlaufzustand nicht festgestellt wird, der Getriebeaktuator veranlasst wird, das Getriebe in den Leerlaufzustand vorzuspannen und die Kraftstoffsteuerung veranlasst wird, die Kraftstoffzufuhr zu dem Motor zu vermindern;

die Hauptkupplung zu veranlassen auszurücken, wenn (a) nach einer vorbestimmten Zeitspanne festgestellt wird, dass kein Leerlaufzustand des Getriebes vorliegt oder (b) die Kraftstoffzufuhr zu dem Motor kleiner als ein vorgegebener Referenzwert ( $REF_{FUEL}$ ) für die Kraftstoffzufuhr ist;

dass nach dem Auswählen eines Herunterschaltens und nach dem Erfassen eines Leerlaufzustandes des Getriebes die Hauptreibungskupplung veranlasst wird, in den voll eingerückten Zustand zu gehen und in diesem Zustand zu bleiben; und

nach dem Auswählen eines Heraufschaltens unmittelbar nach dem Erfassen eines Leerlaufzustands des Getriebes die Hauptkupplung zu veranlassen, auszurücken und in dem ausgerückten Zustand zu bleiben, und

unmittelbar nach dem Feststellen, dass sich das Getriebe nach dem Auswählen eines Heraufschaltens in einem Leerlaufzustand befindet, die Hauptkupplung zu veranlassen, auszurücken und in dem ausgerückten Zustand zu bleiben.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem der Kraftstoffzufuhrreferenzwert ( $REF_{FUEL}$ ) gleich etwa 10% der maximalen Kraftstoffzufuhr zu dem Motor ist.

3. Verfahren nach Anspruch 2, bei dem ferner vorgesehen ist, dass nach dem Auswählen eines Herauf- oder eines Herunterschaltens die Hauptkupplung veranlasst wird, in den ausgerückten Zustand zu gelangen, wenn vor dem Ablauf der vorbestimmten Zeitspanne kein Leerlaufzustand des Getriebes gemessen wurde und die Anforderung des Fahrers hinsichtlich der Kraftstoffzufuhr zu dem Motor kleiner als ein Referenzwert ( $REF_{THL}$ ) für die Kraftstoffzufuhranforderung ist.

4. Verfahren nach Anspruch 3, bei dem der Referenzwert ( $REF_{THL}$ ) für die Kraftstoffzufuhranforderung etwa 20% der maximalen Kraftstoffzufuhr zu dem Motor beträgt. 5

5. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem es zusätzlich zu dem Verfahren gehört, dass nach dem Auswählen sowohl eines Hoch- als auch eines Herunterschaltens die Hauptkupplung veranlasst wird, in den ausgerückten Zustand zu gelangen, falls vor dem Ablauf der vorbestimmten Zeitspanne kein Leerlaufzustand des Getriebes gemessen wurde, die Kraftstoffzufuhr zu dem Motor kleiner ist als ein Kraftstoffzufuhrreferenzwert und eine Motorbremse zu Beginn eines Schaltens aus der gegenwärtig eingelegten Gangstufe in die Zielgangstufe nicht betätigt war. 10

6. Verfahren nach Anspruch 5, bei dem der Referenzwert etwa 10% der maximalen Kraftstoffzufuhr zu dem Motor beträgt. 20

7. Verfahren nach den Ansprüchen 1, 2, 3, 4, 5 oder 6, bei dem die Kupplung lediglich bis zu einem Punkt ausgerückt wird, der dem beginnenden Eingriff entspricht. 25

8. Verfahren nach Anspruch 1, das zusätzlich dadurch gekennzeichnet ist, dass nach dem Auswählen eines Herunterschaltens unmittelbar nach dem Erfassen des Leerlaufzustands des Getriebes und dem Einrücken der Hauptkupplung die Kraftstoffzufuhr veranlasst wird, die Drehzahl des Motors zu verändern, um synchrone Zustände zum Einrücken für die Zielgangstufe hervorzurufen. 30

9. Verfahren nach Anspruch 8, das zusätzlich dadurch gekennzeichnet ist, dass nach dem Auswählen eines Heraufschaltens unmittelbar vor dem Erfassen eines Leerlaufzustands des Getriebes und dem Ausrücken der Hauptkupplung veranlasst wird, dass eine Getriebewellenbremse (18) betätigt wird, um synchrone Zustände für das Einrücken der Zielgangstufe hervorzurufen. 40

10. Steuersystem zur Steuerung eines automatischen mechanischen Getriebesystems (10), mit einem Kraftstoff gesteuerten Motor (14), mit einem mehrgängigen mechanischen Geschwindigkeitswechselgetriebe (12), mit einer wahlweise ein- und ausrückbaren Hauptreibungskupplung (16), die antriebsmäßig zwischen dem Motor und dem Getriebe angeordnet ist, mit Sensormitteln (22,28,32,34,36) zum Erzeugen von Eingangssignalen, die für überwachte Systemparameter kennzeichnend sind, zu denen die Motordrehzahl (ES) und der Schaltzustand (GR/GN) des Getriebes gehört, und mit einer Steuereinheit (42) zum Entge- 45

50

55

gennehmen der Eingangssignale und zum Verarbeiten derselben entsprechend einem vorgegebenen Programm, um Ausgangssteuersignale für Systemaktuatoren abzugeben, zu denen eine Kraftstoffsteuerung (26), ein Hauptkupplungsaktuator (30) und ein Getriebeaktuator (34) gehören, wobei die Steuereinheit an diese Aktuatoren die Ausgangsbefehlssignale abgibt, um ein Schalten aus einer gegenwärtig eingelegten Gangstufe (GR<sub>C</sub>) in eine Zielgangstufe (GR<sub>T</sub>) mittels einer Schaltsequenz zu initialisieren, zu der eine Manipulation der Kraftstoffzufuhr zu dem Motor im Sinne eines Erhöhens oder Verminderns der Drehzahl des Motors gehört, während die Hauptkupplung eingerückt ist und das Getriebe sich in einem Leerlaufzustand (GN) befindet, um im Wesentlichen synchrone Bedingungen für das Einrücken der Zielgangstufe zu schaffen, wobei es zu dem Steuersystem gehört:

dass Mittel vorgesehen sind, die dazu dienen, nach dem Auswählen eines Herauf- oder Herunterschaltens aus der gegenwärtig eingelegten Gangstufe in die Zielgangstufe kontinuierlich zu messen, ob sich das Getriebe im eingerückten Zusatzstand oder im Leerlaufzustand befindet; falls der Leerlaufzustand nicht festgestellt wird, den Getriebeaktuator zu verlassen, das Getriebe in den Leerlaufzustand vorzuspannen und die Kraftstoffsteuerung zu veranlassen, die Kraftstoffzufuhr zu dem Motor zu vermindern; die Hauptkupplung zu veranlassen auszurücken, wenn (a) nach einer vorbestimmten Zeitspanne festgestellt wird, dass kein Leerlaufzustand des Getriebes vorliegt oder (b) die Kraftstoffzufuhr zu dem Motor kleiner als ein vorgegebener Referenzwert ( $REF_{FUEL}$ ) für die Kraftstoffzufuhr ist; nach dem Auswählen eines Herunterschaltens und nach dem Erfassen eines Leerlaufzustands des Getriebes die Hauptreibungskupplung zu veranlassen, in den voll eingerückten Zustand zu gehen und in diesem Zustand zu bleiben; und

11. Steuersystem nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass Mittel vorhanden sind, die nach dem Auswählen eines Herauf- oder eines Herunterschaltens dazu dienen, die Hauptkupplung zu veranlassen auszurücken, wenn vor dem Ablauf der Zeitspanne kein Leerlaufzustand des Getriebes gemessen wurde und die Kraftstoffzufuhr zu dem Motor kleiner ist als ein vorgegebener Kraftstoffzufuhrreferenzwert ( $REF_{FUEL}$ ). 55

12. Steuersystem nach Anspruch 11, bei dem der Kraftstoffzufuhrreferenzwert ( $REF_{FUEL}$ ) gleich etwa

10% der maximalen Kraftstoffzufuhr zu dem Motor ist. 5

13. Steuersystem nach Anspruch 11, bei dem ferner vorgesehen ist, dass zu den Eingangssignalen ein Eingangssignal (THL) gehört, das für die durch den Fahrer veranlasste Kraftstoffzufuhr zu dem Motor kennzeichnend ist, wobei das Steuersystem ferner dadurch gekennzeichnet ist, dass Mittel vorgesehen sind, die nach dem Auswählen eines Herauf- oder eines Herunterschaltens die Hauptkupplung veranlassen, in den ausgerückten Zustand zu gelangen, wenn vor dem Ablauf der vorbestimmten Zeitspanne kein Leerlaufzustand des Getriebes gemessen wurde und die Anforderung des Fahrers hinsichtlich der Kraftstoffzufuhr zu dem Motor kleiner als ein Referenzwert ( $REF_{THL}$ ) für die Kraftstoffzufuhranforderung ist. 10

14. Steuersystem nach Anspruch 13, bei dem der Referenzwert ( $REF_{THL}$ ) für die Kraftstoffzufuhranforderung etwa 20% der maximalen Kraftstoffzufuhr zu dem Motor beträgt. 15

15. Steuersystem nach Anspruch 13, bei dem das Getriebesystem zusätzlich eine Motorbremse (17) aufweist und das Steuersystem dadurch gekennzeichnet ist, dass Mittel vorgesehen sind, die dazu dienen nach dem Auswählen sowohl eines Hoch- als auch eines Herunterschaltens die Hauptkupplung zu veranlassen, in den ausgerückten Zustand zu gelangen, falls vor dem Ablauf der vorbestimmten Zeitspanne kein Leerlaufzustand des Getriebes gemessen wurde, die Kraftstoffzufuhr zu dem Motor kleiner ist als ein Kraftstoffzufuhrreferenzwert und die Motorbremse zu Beginn eines Schalters aus der gegenwärtig eingelegten Gangstufe in die Zielgangstufe nicht betätigt war. 20

16. Steuersystem nach Anspruch 15, bei dem der Referenzwert etwa 10% der maximalen Kraftstoffzufuhr zu dem Motor beträgt. 25

17. Steuersystem nach den Ansprüchen 11, 12, 13, 14, 15 oder 16, bei dem das Getriebesystem Mittel aufweist, um den Punkt des beginnenden Eingriffs der Kupplung (LP) zu erfassen, und die Kupplung die lediglich bis etwa zu Punkt des beginnenden Eingriffs ausgerückt wird. 30

Revendications 35

1. Procédé de commande d'un système (10) de transmission mécanique automatisée comportant un moteur (14) commandé en carburant, une transmission mécanique à plusieurs vitesses (12), un embrayage maître à friction (16) embrayé et débrayé de manière sélective, interposé de 40

50

manière menante entre ledit moteur et ladite transmission, des moyens de détection (22, 28, 32, 34, 36) pour fournir des signaux d'entrée représentatifs des paramètres gérés du système comportant la vitesse du moteur (ES) et un état de prise (GR/GN) de la transmission, une unité de commande (42) pour recevoir lesdits signaux d'entrée et pour traiter ceux-ci conformément à des règles logiques pré-déterminées pour émettre des signaux de sortie formant instructions vers les actionneurs du système comportant une commande de carburant (26), un opérateur d'embrayage maître (30), et un opérateur de transmission (34), ladite unité de commande émettant des signaux de sortie formant instructions vers lesdits actionneurs pour déclencher un changement de vitesse depuis un rapport d'engrenages couramment en prise (GR<sub>C</sub>) vers un rapport d'engrenages cible (GR<sub>T</sub>) par une séquence de changement de vitesse comportant la manipulation de l'alimentation en carburant dudit moteur pour augmenter ou diminuer la vitesse dudit moteur alors que l'embrayage maître est embrayé et que ladite transmission est dans un état non en prise (GN) pour amener des conditions pratiquement synchrones pour la mise en prise dudit rapport d'engrenages cible, ledit procédé comportant les étapes consistant à :

après sélection d'une montée de rapport ou d'une descente de rapport à partir du rapport d'engrenages couramment en prise vers le rapport d'engrenages cible,  
 détecter en continu l'état en prise ou non-engrené prise de ladite transmission,  
 si un état de transmission non-engrené n'est pas détecté, amener ledit opérateur de transmission à repousser ladite transmission dans son état non-engrené et amener ladite commande de carburant à diminuer l'alimentation en carburant vers ledit moteur,  
 entraîner ledit embrayage maître à être débrayé si (a) après une période de temps pré-déterminée, un état non-engrené de ladite transmission n'est pas détecté ou (b) l'alimentation en carburant vers ledit moteur est plus faible qu'une valeur de référence d'alimentation en carburant pré-déterminée ( $REF_{FUEL}$ ),  
 après sélection d'une descente de rapport, lors de la détection d'un état non-engrené de ladite transmission, amener ledit embrayage maître à prendre son état entièrement embrayé et à y rester, et  
 après sélection d'une montée de rapport, immédiatement lors de la détection d'un état non-engrené de ladite transmission, entraîner ledit embrayage maître à être débrayé et à rester dans son état débrayé.

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel ladite valeur de référence d'alimentation en carburant ( $REF_{FUEI}$ ) est égale à environ 10 % de l'alimentation maximale en carburant vers ledit moteur.

5

3. Procédé selon la revendication 2 dans lequel ledit procédé comporte de plus, après sélection de l'un ou l'autre parmi une montée de rapport ou une descente de rapport, entraîner ledit embrayage maître à devenir débrayé si, avant l'expiration dudit temps prédéterminé, un état non-engrené de ladite transmission n'est pas détecté et si la requête de l'opérateur pour l'alimentation en carburant vers le moteur est plus faible qu'une valeur de requête de carburant de référence ( $REF_{THL}$ ).

10

4. Procédé selon la revendication 3, dans lequel ladite valeur de requête de carburant de référence ( $REF_{THL}$ ) est d'environ 20 % de l'alimentation maximale en carburant vers ledit moteur.

15

5. Procédé selon la revendication 1 dans lequel ledit procédé consiste de plus, après sélection de l'un ou l'autre parmi une montée de rapport ou une descente de rapport, à entraîner ledit embrayage maître à devenir débrayé si avant l'expiration de ladite période de temps prédéterminée un état non-engrené de ladite transmission n'est pas détecté, si l'alimentation en carburant vers le moteur est plus faible qu'une valeur de référence d'alimentation en carburant vers le moteur et si le frein moteur n'a pas été appliqué au début d'un changement de vitesse à partir dudit rapport couramment en prise jusqu'au dit rapport d'engrenages cible.

20

6. Procédé selon la revendication 5, dans lequel ladite valeur de référence est d'environ 10 % de l'alimentation maximale en carburant vers le moteur.

25

7. Procédé selon les revendications 1, 2, 3, 4, 5 ou 6, dans lequel ledit système comporte des moyens pour détecter le point de début d'embrayage dudit embrayage et ledit embrayage est uniquement débrayé environ à son point de début de mise en prise.

30

8. Procédé selon la revendication 1, caractérisé de plus en ce qu'après sélection d'une descente de rapport, immédiatement lors de la détection d'un non-engrenement de ladite transmission et de l'embrayage dudit embrayage maître, on amène ladite commande de carburant à moduler la vitesse dudit moteur pour entraîner des conditions synchrones pour la mise en prise du rapport d'engrenages cible.

35

9. Procédé selon la revendication 8, caractérisé de plus en ce que, après sélection d'une montée de

40

45

50

55

rapport, immédiatement lors de la détection du non-engrenement de ladite transmission et débrayage dudit embrayage maître, on amène un frein (18) d'arbre d'entrée de boîte de vitesse à être appliqué pour provoquer des conditions synchrones pour la mise en prise dudit rapport d'engrenages cible.

10. Système de commande pour commander un système (10) de transmission mécanique automatisée comportant un moteur (14) commandé en carburant, une transmission mécanique à plusieurs vitesses (12), un embrayage maître à friction (16) embrayé et débrayé de manière sélective interposé de manière menante entre ledit moteur et ladite transmission, des moyens de détection (22, 28, 32, 34, 36) pour fournir des signaux d'entrée représentatifs de paramètres gérés du système comportant la vitesse du moteur (ES) et un état de prise (GR/GN) de la transmission, une unité de commande (42) pour recevoir lesdits signaux d'entrée pour traiter ceux-ci conformément à des règles logiques prédéterminées pour émettre des signaux de sortie formant instructions vers les actionneurs du système comportant une commande de carburant (26), un opérateur (30) d'embrayage maître, et un opérateur (34) de transmission, ladite unité de commande émettant des signaux de sortie formant instructions vers lesdits actionneurs pour déclencher une descente de rapport à partir d'un rapport d'engrenages couramment en prise (GR<sub>C</sub>) vers un rapport d'engrenages cible (GR<sub>T</sub>) par une séquence de descente de rapport comportant la manipulation de l'alimentation en carburant dudit moteur pour augmenter et diminuer la vitesse dudit moteur alors que l'embrayage maître est embrayé et ladite transmission est dans un état non-engrené pour provoquer des conditions pratiquement synchrones pour la mise en prise dudit rapport d'engrenages cible, ledit système de commande comportant :

des moyens, efficaces après sélection d'une montée de rapport ou d'une descente de rapport à partir du rapport d'engrenages couramment en prise vers le rapport d'engrenages cible, pour détecter l'état engrené ou non-engrené de ladite transmission, si un état de transmission non-engrené n'est pas détecté, entraîner ledit opérateur de transmission à repousser ladite transmission dans son état non-engrené et entraîner ladite commande de carburant à diminuer l'alimentation en carburant vers ledit moteur pour entraîner ledit embrayage maître à être débrayé si un état non-engrené de ladite transmission n'est pas détecté après une période prédéterminée de temps et si l'alimentation en

carburant vers le moteur est inférieure à une valeur de référence prédéterminée ( $REF_{FUEL}$ ), lors de la détection d'un état non-engrené de ladite transmission après sélection d'une descente de rapport, pour entraîner ledit embrayage maître à prendre son état entièrement embrayé et à y rester, et immédiatement après détection d'un état non-engrené de ladite transmission après sélection d'une montée de rapport, pour entraîner ledit embrayage maître à être débrayé et à rester dans son état débrayé.

11. Système de commande selon la revendication 10, caractérisé de plus en ce qu'il comporte des moyens, efficaces après sélection d'une montée de rapport ou d'une descente de rapport, pour entraîner ledit embrayage maître à être débrayé si avant l'expiration de ladite période de temps un état non-engrené de ladite transmission n'est pas détecté et si l'alimentation en carburant vers ledit moteur est plus faible qu'une valeur de référence d'alimentation en carburant prédéterminée ( $REF_{FUEL}$ ).

12. Système de commande selon la revendication 11 dans lequel ladite valeur de référence d'alimentation en carburant ( $REF_{FUEL}$ ) est égale à environ 10 % de l'alimentation maximum en carburant vers ledit moteur.

13. Système de commande selon la revendication 11 dans lequel lesdits signaux d'entrée comportent un signal d'entrée (THL) représentatif de la requête par l'opérateur d'une alimentation en carburant vers ledit moteur et ledit système de commande est en outre caractérisé en ce qu'il comporte des moyens, efficaces après sélection d'une montée de rapport ou d'une descente de rapport, pour entraîner ledit embrayage maître à devenir débrayé si avant l'expiration dudit temps prédéterminé un état non-engrené de ladite transmission n'est pas détecté et si la requête par l'opérateur d'alimentation en carburant vers le moteur est plus faible qu'une valeur de requête de carburant de référence ( $REF_{THL}$ ).

14. Système de commande selon la revendication 13, dans lequel ladite valeur de requête de carburant de référence ( $REF_{THL}$ ) est d'environ 20 % de l'alimentation maximale en carburant vers ledit moteur.

15. Système de commande selon la revendication 13, dans lequel ledit système de transmission comporte de plus un frein de moteur (17) et ledit système de commande est en outre caractérisé en ce qu'il comporte des moyens efficaces, après sélection d'une montée de rapport ou d'une descente de rapport, pour entraîner ledit embrayage maître à devenir débrayé si, avant l'expiration de ladite période de temps prédéterminée, un état non-engrené de ladite transmission n'est pas détecté, si l'alimentation en carburant vers le moteur est plus faible qu'une valeur de référence d'alimentation en carburant vers le moteur et si le frein moteur n'a pas été appliqué au début d'un changement de vitesse à partir dudit rapport couramment en prise-vers ledit rapport d'engrenages cible.

16. Système de commande selon la revendication 15 dans lequel ladite valeur de référence est d'environ 10 % de l'alimentation maximale en carburant vers le moteur.

17. Système de commande selon les revendications 10, 11, 12, 13, 14, 15 ou 16 dans lequel ledit système de transmission comporte des moyens pour détecter le point de début d'embrayage dudit embrayage (LP) et ledit embrayage est seulement débrayé aux environs de son point de début d'embrayage.

